

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 6 月 20 日 (20.06.2002)

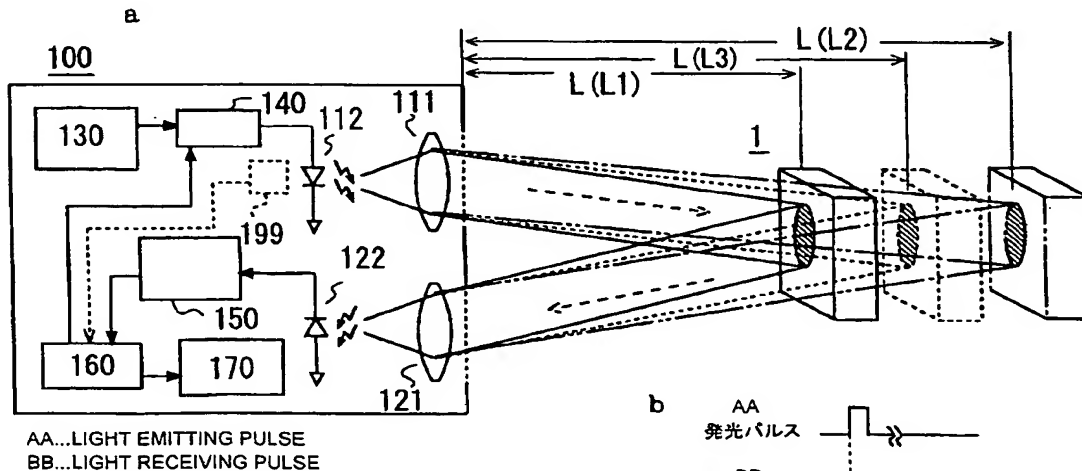
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/48738 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G01S 17/10 Naoto) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/10844
- (22) 国際出願日: 2001 年 12 月 11 日 (11.12.2001) (74) 代理人: 細江利昭 (HOSOE, Toshiaki); 〒221-0822 神奈川県横浜市神奈川区西神奈川一丁目 3 番 6 号 コーポフジ 605 Kanagawa (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (30) 優先権データ:
特願 2000-382288
2000 年 12 月 15 日 (15.12.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 稲葉直人 (INABA, 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CLOCKING APPARATUS, CLOCKING METHOD, AND RANGE FINDER

(54) 発明の名称: 計時装置、計時方法、及び測距装置



(57) Abstract: A laser range finder (100) comprising a pulse generating circuit (130) for generating a pulse laser beam repeatedly, a semiconductor laser (112), a photodiode (122) for receiving the laser beam, and a receiving circuit (150). A control circuit (160) measures the light receiving timing based on the count of clock pulses. The laser range finder (100) further comprises a circuit (140) for shifting the irradiation timing of laser beam from the clock pulse at a predetermined interval. Receiving timing of a pulse signal can be measured with a resolution shorter than the generation interval of clock pulse without requiring a high frequency oscillator.

/稲葉有/



WO 02/48738 A1



(57) 要約:

レーザ測距装置 100 は、パルス状のレーザ光を繰り返し照射させるためのパルス発生回路 130、半導体レーザ 112 と、前記レーザ光を受光するためのフォトダイオード 122、受信回路 150 を備える。制御回路 160 は、受光タイミングをクロックパルスのカウント値に基づいて測定する。レーザ測距装置 100 は、前記クロックパルスに対するレーザ光の照射タイミングを所定間隔でシフトさせるシフト回路 140 を備える。これにより、高周波数の発振器等を必要とせずにパルス信号の受信タイミングをクロックパルスの発生間隔より短い分解能にて計測することができる。

明 細 書

計時装置、計時方法、及び測距装置

技術分野

本発明は、計時装置、計時方法、及び測距装置に関し、特にパルス信号の受信タイミングを計時する計時装置等に関するものである。

5

背景技術

従来、所定のタイミングで発信されたパルス信号の受信タイミングを、例えば、発信タイミングを基準に計時する計時装置が知られている。

そして、かかる計時装置を用いた測定装置として、例えば、レーザ光
10 を目的物に照射し、その反射光を受光して、目的物までの距離を測定する測距装置が提案されている。この測距装置では、レーザ光の発光タイミング（発信タイミング）から反射光の受光タイミング（受信タイミング）までの時間差を、一定間隔で発生するクロックパルスのカウント値で求め、斯く求めた時間差（カウント値）と、パルス状のレーザ光の光
15 速度とに基づいて、目的物までの距離を求めるようになっている。

ところで、上記距離装置では、時間差の計測精度が、距離の計測精度にそのまま直結する。例えば、クロックパルスの周波数が80MHzの発振器が用いられていれば、クロック周期は12.5nsであり、
1クロックパルスの発生間隔に相当する測距の分解能は、光速を考慮し
20 て約2mとなる。

ここで、パルス状のレーザ光の発光タイミングとその反射光の受光タイミングとの時間差は、クロックパルス（サンプルクロック）のカウント値として求められるため、距離計測の精度を高めるのであれば、より

周波数の高いクロックパルスの発振器を用いればよく、この場合、高速の信号処理が可能な I C 等も必要となる。例えば、3.00MHz 程度の発振器を用いれば、当該測距装置の分解能を 50cm 程度まで上げられる。

- 5 しかし、発振器は、周波数が高いほど高価であり、又、不要な電氣的輻射が生じ易くなってこれが誤動作を招くことがある。更に、高速処理が要求される I C は、動作時の発熱量が大きく、測距装置の小型化に適さない。従って、低価格、小型化が要求される一般用途の民生用測距装置等においては、その分解能を上げることが困難であった。

10

発明の開示

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、高周波数の発振器等を必要とせずに、パルス信号の受信タイミングを、クロックパルスの発生間隔より短い分解能にて計測可能な計時装置、計時方法、及びこれを

- 15 用いた測距装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するための、第 1 の発明である計時装置は、パルス信号を繰り返し発信させる発信部と、前記パルス信号を受信し前記パルス信号の受信タイミングをクロックパルスのカウント値に基づいて測定する受信部とを備える計時装置であって、前記発信部が、前記クロックパ

- 20 ルスに対する発信タイミングを所定間隔でシフトさせながら前記パルス信号を発信させるものである。

本発明においては、繰り返し発信されたパルス信号の発信タイミングを、複数回、所定間隔でシフトさせながら当該受信タイミングをクロックパルスに基づいてカウントして、複数のカウント値を得ることができる。クロックパルスに対する発信タイミングを所定間隔でシフトさせながらパルス信号が発信されるので、例えば、繰り返し発信されたパルス

- 25

信号の発信タイミングを、複数回、所定間隔でシフトさせながら当該受信タイミングをクロックパルスに基づいてカウントし、得られた複数のカウント値を統計処理にて演算することで、クロックパルスの発生間隔より短い間隔で、当該受信タイミングを計数することができる。

5 又、第2の発明である計時装置は、パルス信号を繰り返し発信させる発信部と、前記パルス信号を受信し、前記パルス信号の受信タイミングをクロックパルスのカウント値に基づいて測定する受信部とを備える計時装置であって、前記受信部が、受信タイミングを所定間隔でシフトさせるものである。

10 本発明によれば、受信タイミングが所定間隔でシフトされるので、例えば、繰り返し発信されたパルス信号のシフトされた受信タイミングをクロックパルスに基づいてカウントし、得られた複数のカウント値を統計処理にて演算することで、クロックパルスの発生間隔より短い間隔で、当該受信タイミングを計数することができる。

15 又、第3の発明である計時装置は、前記第1の発明、又は第2の発明であって、さらに、前記所定間隔をクロックパルス周期よりも短い一定間隔とし、前記シフトの幅の最大値を前記クロックパルスの1周期以上としたものである。

本発明によれば、パルス信号が、クロックパルス周期よりも短い一定
20 間隔でシフトされ、その最大値がクロックパルスの1周期以上であるので、受信タイミングを複数回求め、これを統計処理する際の適正なサンプリングが可能になる。

又、第4の発明である計時装置は、前記第3の発明であって、さらに、前記受信部が、前記発信タイミング又は受信タイミングがシフトされる
25 毎に得られる前記カウント値の度数分布に応じて、前記受信タイミングを計数するものである。

又、第 5 の発明である計時装置は、前記第 4 の発明であって、さらに、前記受信部が、前記パルス信号を複数回シフトさせたときに得られる前記複数のカウント値を $T(1) \sim T(m)$ 、各カウント値の発生度数を $N(1) \sim N(m)$ としたときに、前記パルス信号の受信タイミング t を、

$$5 \quad t = [N(1) \times T(1) + N(2) \times T(2) + \dots + N(m) \times T(m)] / [N(1) + N(2) + \dots + N(m)]$$

(但し、 m 、 N は整数)

に基づいて求めるものである。

これら、第４の発明、第５の発明によれば、受信部が、発信タイミン
10 グがシフトされる毎に得られるクロックパルスのカウント値の度数分布
に応じて、受信タイミングを計数するので、簡易な統計処理が可能になる。

又、第 6 の発明である計時装置は、前記第 1 の発明から第 5 の発明のいずれかであって、前記発信部が、前記パルス信号としてパルス状のレーザ光を発信し、目的物に向かって照射する光源部を備え、前記受信部が、前記目的物から反射された前記パルス状のレーザ光を受光する受光部を備え、前記受信部が前記パルス状のレーザ光の受信タイミングを測定するものである。

本発明によれば、パルス状のレーザ光の発光タイミングと受光タイミングとの時間差を高精度に計数できるので、発信されたレーザ光が目的物で反射されて受信されるまでの時間測定の分解能が高まり、又、その計時精度も向上する。

又、第 7 の発明である計時方法は、パルス信号を繰り返し発信させる
手順と、前記パルス信号を受信し、前記パルス信号の受信タイミングを
25 クロックパルスのカウント値に基づいて測定する手順と、前記クロック
パルスに対する発信タイミング又は受信タイミングを所定間隔でシフト

させながら前記パルス信号を発信させる手順とを含むものである。

本発明においては、繰り返し発信されたパルス信号の発信タイミング又は受信タイミングを、複数回、所定間隔でシフトさせながら当該受信タイミングをクロックパルスに基づいてカウントして、複数のカウント

5 値を得ることができる。たとえば、クロックパルスに対する発信タイミングを所定間隔でシフトさせながらパルス信号が発信されるので、例えば、繰り返し発信されたパルス信号の発信タイミングを、複数回、所定間隔でシフトさせながら当該受信タイミングをクロックパルスに基づいてカウントし、得られた複数のカウント値を統計処理にて演算すること

10 で、クロックパルスの発生間隔より短い間隔で、当該受信タイミングを計数することができる。

又、第8の発明である測距装置は、第6の発明である計時装置と、前記測定された受信タイミングと前記パルス状のレーザ光の光速度に基づいて前記目的物までの距離を演算する距離演算部とを備えるものである。

15 本発明によれば、パルス状のレーザ光の発光タイミングと受光タイミングとの時間差を高精度に計数できるので、目的物までの距離の分解能が高まり、又、その測距精度も向上する。

図面の簡単な説明

20 図1は、本発明が適用されたレーザ測距装置の斜視図である。

図2は、レーザ測距装置の内部構成を示すブロック図である。

図3は、シフト回路の構成を示す回路図である。

図4は、シフト回路による発光タイミング（発信タイミング）のシフト値を説明するためのタイミングチャートである。

25 図5は、目的物までの距離を求める際の、受光タイミング（受信タイミング）の測定の様子を示すタイミングチャートである。

図 6 は、目的物までの距離が 5 0 0 m のときの、受光タイミングの測定の様子を示すタイミングチャートである。

図 7 は、目的物までの距離が 5 0 2 m のときの、受光タイミングの測定の様子を示すタイミングチャートである。

- 5 図 8 は、目的物までの距離が 5 0 1 m のときの、受光タイミングの測定の様子を示すタイミングチャートである。

図 9 は、測距プログラムを示すフローチャートである。

図 1 0 は、目的物までの距離を受信タイミングをシフトさせながら求める際の測定の様子を示すタイミングチャートである。

10

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 9 を用いて説明する。

図 1 は、本発明が適用されるレーザ測距装置 1 0 0 の斜視図、図 2 は、その内部構成を示すブロック図である。

- 15 レーザ測距装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、その上面にパワー及び測距開始ボタン 1 0 1、モード変更ボタン 1 0 2 が設けられている。又、その前面にレーザ照射窓 1 0 3、レーザ受光窓 1 0 4 が設けられ、その背面にはファインダ窓（図示省略）が設けられている。

- 20 レーザ測距装置 1 0 0 の内部には、レーザ照射窓 1 0 3 側にコリメートレンズ 1 1 1 が、レーザ受光窓 1 0 4 側に集光レンズ 1 2 1 が配置されている。

- 又、レーザ測距装置 1 0 0 の内部には、図 2 に示すように、コリメートレンズ 1 1 1 側に、半導体レーザ（発光素子） 1 1 2、パルス発生回路 1 3 0、シフト回路 1 4 0 が配置されている。又、集光レンズ 1 2 1
25 側に、フォトダイオード（受光素子） 1 2 2、受信回路 1 5 0 が配置されている。

制御回路 160 は、上記したパルス発生回路 130 から出力される発光開始信号を、シフト回路 140 を用いて所定のシフト値だけ遅延させて、半導体レーザ 112 から所定のタイミング（発光タイミング）でレーザ光を照射させる。

- 5 一方で、制御回路 160 は、目的物 1 で反射したレーザ光の受光タイミング（受信タイミング）を受信回路 150 からの信号に基づいて検知する。

- 10 制御回路 160 は、発光タイミング（発信タイミング）と受光タイミング（受信タイミング）との時間差（図 2（b）の t ）を、クロックパルス（図 5 参照）をカウントすることによって検出する。

そして、制御回路 160 は、この計数した時間差 t と、レーザ光の速度とに基づいて、レーザ測距装置 100 から目的物 1 までの距離 L を算出する（距離演算部としての機能）。制御回路 160 はこの算出結果を、ファインダ内の液晶表示部 170 にて表示する。

- 15 ところで、時間差 t の検出は、パルス状のレーザ光を繰り返し発生させ、各々のレーザ光の発生毎に繰り返し行われる。そして、複数回求められた時間差 t を統計処理して、1 つの値（時間差）を求める。そして、この実施の形態では、パルス状のレーザ光を複数回繰り返し発光する際に、その発光タイミング（発信タイミング）を、これをカウントするためのクロックパルスに対して所定のシフト値 S だけずらすようにしている。尚、この実施の形態では、コリメートレンズ 111、半導体レーザ 112、パルス発生回路 130、シフト回路 140、制御回路 160 によって発信部が構成され、このうちコリメートレンズ 111、半導体レーザ 112 によって光源部が構成されている。又、集光レンズ 121、
20 フォトダイオード 122、受信回路 150、制御回路 160 によって受信部が構成され、このうち集光レンズ 121、フォトダイオード 122

によって受光部が構成されている。

このレーザ測距装置 100 では、レーザ光の発光タイミングがシフト回路 140 の働きによって、シフト値 S だけずらされる。

この発光タイミングのシフトは複数回行われるが、各シフト値 S の差分 ΔS は、クロックパルス周期 T_x よりも短い。又、シフト値 S の最大値 S_x は、クロックパルス周期 T_x 以上である（図 5 参照）。

ここで、シフト回路 140 は、図 3 に示すように、アナログスイッチ 141、コンパレータ 142、コンデンサ 143 等によって構成されている。そして、アナログスイッチ 141 にはパルス発生回路 130 からの信号（発光開始信号）が入力され、この信号によってアナログスイッチ 141 がオンしたときに定電流源から電流 I_c が流れる。このコンパレータ 142 の他方の端子には、シフト値 S を設定するための設定電圧 V_c が印加されている。

図 4 は、このシフト回路 140 によって発光タイミングを遅延させたときのタイミングチャートである。

この図に示すように、アナログスイッチ 141 が、発光開始信号により、図 4 (a) に示すようにオンしたときに電流 I_c が流れることによって、コンパレータ 142 の一方の電圧 V_1 が図 4 (b) に示すように徐々に大きくなる。そして、 V_1 が閾値 V_c を超えた時点で、コンパレータ 142 の出力がハイレベルになる。このハイレベルの出力が発生するまでの時間 t_d がシフト値 S となる。ここで、シフト値 S（時間 t_d ）は以下のように表される。

$$t_d = C \times V_c / I_c \quad (C \text{ は、コンデンサの容量}) \quad \dots(1)$$

このようにシフト回路 140 によって、シフト値設定電圧 V_c に応じて、半導体レーザ 112 の発光タイミング（発信タイミング）が、所定時間 t_d (S) 遅延される。

図5に、発光タイミングを、クロックパルスに対して、互いに異なるシフト値 S ($S_1, S_2 \dots S_x$)で変化させたときの、当該発光タイミングと、このとき目的物1で反射したレーザ光の受光タイミングと、クロックパルスとの関係の一例を示す。ここで、 $S_x = S_{10}$ である。

- 5 このとき得られたクロックパルス（図では、各クロックパルスが経過時間 $T_1 \sim T_m$ で示されている）のカウント値の発生度数を $N(1) \sim N(m)$ としたときに、レーザ光の受信タイミング t は、以下の式で求められる。

$$t = [N_1 \times T_1 + N_2 \times T_2 + \dots + N_m \times T_m] / [N_1 + N_2 + \dots N_m] \dots (2)$$

- 10 （但し、 m 、 N は整数）

ここで、図5に示すように、発光タイミング（発信タイミング）を、クロックパルス周期 T_x より若干長い期間 S_x 内で、10回シフトさせた場合を考える。

- 15 このとき何パルス目で反射光が検知されるか（受光タイミング）は、レーザ測距装置100から目的物1までの距離 L によって異なる。

今、パルス発生回路130の発信器（図示省略）の周波数が80MHz（周期12.5ns）でレーザ測距装置100の分解能が2m、レーザ測距装置100から目的物1までの距離 L が500mの場合を考える（図5、図6）。

- 20 このとき半導体レーザ112の発光タイミングを期間 S_x 内で10回シフトさせる。又、シフト値 S ($S_1, S_2 \dots S_x$)は互いに一定時間（差分 ΔS ）だけずれているとする。

- 25 このとき、仮に $N-1$ 番目のクロックパルス (T_{n-1})で1回、 $N+1$ 番目のクロックパルス (T_n)で8回、 $N+1$ 番目のクロックパルス (T_{n+1})で1回という具合にカウントされたとすると（図6(a)）、このとき得られるヒストグラムは図6(b)に示すようになる。この測定結

果を、上記した式(2)に当てはめることで、受信タイミングが算出され、これよりレーザ測距装置100から目的物1までの距離 L_1 (ここでは500m)が算出される。

又、レーザ測距装置100から目的物1までの距離 L が、上記した距離 L_1 (500m)より、丁度、1分解能(2m)分ずれている場合(距離 $L_2 = 502\text{m}$)には、10回のシフトで10回発生したレーザ光の受光タイミングは、図7(a)に示すようになり、クロックパルス(T_n)で1回、クロックパルス(T_{n+1})で8回、クロックパルス(T_{n+2})で1回カウントされる。このとき得られるヒストグラムを図7(b)に示す。この測定結果を、上記した式(2)に当てはめると、受信タイミングの算出を経てレーザ測距装置100から目的物1までの距離 L_1 (ここでは502m)が算出される。

このように、目的物1までの距離 L が分解能(例えば、2m)の整数倍であれば(例えば、500m、502m...)、ヒストグラムは、クロックパルスが1つ宛ずれるもののヒストグラムの形状は、略同じになる。

これに対して、レーザ測距装置100から目的物1までの距離 L が、上記した距離 L_1 、 L_2 との間(例えば、 $L_3 = 501\text{m}$)のときには、形状の異なるヒストグラム(図8(b))が得られる。

すなわち、図8(a)に示すように、レーザ測距装置100から目的物1までの距離 L_3 が501mであれば、レーザ測距装置100の分解能が2mであるから、カウント値は、500mか502mの何れかを表す値(T_n 又は T_{n+1})となる。

ここで、発光タイミングが10回シフトされて、レーザ光が照射されるため、受光タイミングを示す期間は、500mに相当するクロックパルス(T_n)、502mに相当するクロックパルス(T_{n+1})でカウントされる。

図 8 の例では、距離 L が、 L_1 (500 m) と L_2 (502) の丁度真中の距離 L_3 (501 m) であるから、10 回シフトされて照射されたレーザ光の受光タイミングは、クロックパルス T_n で 5 回、クロックパルス T_{n+1} で 5 回カウントされる (図 8 (b) のヒストグラム)。

5 このように得られたカウント値を上記した式 (2) に当てはめることで、受信タイミングの算出を経て L_3 の値 (501 m) を求めることができる。

尚、レーザ測距装置 100 から目的物 1 までの距離 L_3 が 501 m のときには、 L_1 (500 m) と L_2 (502 m) との丁度真中であるから、発生度数が図 8 (b) に示すように、5 回ずつに分かれているが、距離 L_1 (500 m)、 L_2 (502 m) との何れかに近ければ、その分、クロックパルス T_n とクロックパルス T_{n+1} でのカウント数 (発生度数の分布) が偏る。

15 この場合にも得られたカウント値を上記した式 (2) に代入することで、 L_1 (500 m) と L_2 (502 m) との間の点で距離を、従来の分解能 (2 m) より細かな分解能で得ることができる。

尚、上記した例では、シフト値 S の差分が一定 (ΔS) である場合を例にあげて説明したが、シフト値が予め分かっているならば、式 (2) とは異なる、これらの変化する差分を有するシフト値に対応する算出式を用いることにより、演算によって距離 L を精細に求めることができる。

又、レーザ測距装置 100 による測距の精度を高めるのであれば、シフトの回数を増やし、シフト値の差分 ΔS を短くすればよい。

25 このように、半導体レーザ 112 の発光タイミング (発信タイミング) をシフトさせて受光タイミングを高精度に求めることで、レーザ測距装置 100 の測距の精度が向上する。このとき、発光タイミングをも同様の手法によって高精度に求めれば、更に測距の精度が向上する。

又、発光タイミングを求めるに当たって、半導体レーザ 1 1 2 の発光をセンサ 1 9 9（図 2 中、破線で示す）で直接検出し、発光タイミングを実際に検出した時点より、受光タイミングのカウントを始めることで、測定精度を高めることができる。

- 5 図 9 は、上記した測距を行うために制御回路 1 6 0 内の CPU（図示省略）で実行される測距プログラムを示すフローチャートである。

レーザ測距装置 1 0 0 に設けられたパワー及び測定開始ボタン 1 0 1 が押圧され電源が投下されると、先ず、ステップ S 1 でクロックパルスのカウントが開始され、続くステップ S 2 で半導体レーザ 1 1 2 の発光
10 処理が行われる。ここではシフト回路 1 4 0 によって発光タイミングが、上記した一定のシフト値だけシフトされる。

次のステップ S 3 では、フォトダイオード 1 2 2 が、目的物 1 で反射されたレーザ光を検知したか否かが判別される。この判別結果が“N o”であるうちはクロックパルスのカウントが継続され、判別結果が“Y e
15 s”に転じると、ステップ S 4 でこの時点でのクロックパルスのカウント値が取り込まれる。

次のステップ S 5 では、今回取り込まれたカウント値を用いたヒストグラムの更新が行われ、続くステップ S 6 で、n 回（例えば、1 0 回）の検出が行われたか否かが判別される。

- 20 このステップ S 6 の判別結果が“N o”であるうちは、上記したステップ S 1 ～ステップ S 5 が繰り返し実行される。そして、ステップ S 6 の判別結果が“Y e s”に転じたとき、ステップ S 7 に進み、この時点までに得られたヒストグラムに基づいて、レーザ測距装置 1 0 0 から目的物 1 までの距離 L の演算が行われる。

- 25 尚、発信タイミングをシフトさせるのではなく、例えば、図 1 0 に示すように受信タイミングを、シフト回路 1 4 0 と略同一の遅延回路によっ

てシフトさせて（図 10 の S 1 ~ S x）カウント用の信号を発生させてもよい。すなわち、実際の受光パルスは、受光パルス # 1 に示されるタイミングで得られているのであるが、次に受光するタイミング（受光パルス # 2 で示されている）では、この受光パルスを S 2 だけ遅延させて次に接続される処理回路に送っている。同様に、受光パルス # n で示されるタイミングでは、受光パルスを S n だけ遅延させて次に接続される処理回路に送る。請求の範囲や、発明の開示の欄でいう「受信タイミングをシフトさせる」、「受信タイミングのシフト」とは、このように、実際に得られた受信タイミングを遅延させて処理することを言う。

- 10 このような場合でも、発信タイミングをシフトさせた例で説明したような種々の手段を変形して用いることができ、同様な効果が得られること、そのためにどのような変形を行えばよいかは、当業者には自明のことであろう。

- 15 又、上記した実施の形態では、レーザ測距装置 100 において、半導体レーザ 112 の受光タイミングを計数する例をあげて説明したが、他の発光素子（例えば、LED）を用いた測定機器にも本発明は適用可能である。

- 20 以上の説明では、クロックパルスに対する発信タイミングをシフトさせながらパルス信号を発信させる例を説明したが、これの代わりに、パルス信号に対するクロックパルスの発信タイミングをシフトさせる場合も考え方は全く等価であり、本発明の範囲に入る。

- 25 更に又、以上の説明では、説明の簡単のために、ひとつのシフト値に対してレーザ光を 1 回測定する場合を説明した。ひとつのシフト値に対して複数のレーザ光を測定しながら、シフト値を最大シフト値まで変化させても、シフト値を最大シフト値まで変化させながら受信タイミングを測定するサイクルを複数繰り返してもよく、これ进行处理することによ

り測定値の信頼性を向上させることができる。

以上のように、本発明は、以上の説明の範囲に限定されるものでなく、本発明の技術的思想の全ての範囲に及ぶ。

5 産業上の利用可能性

本発明の計時装置、計時方法は、安価な構成により時間を高精度に測定するために使用することができる。本発明の測距装置は、安価な構成により距離を高精度に測定するために使用することができる。

請 求 の 範 囲

1. パルス信号を繰り返し発信させる発信部と、前記パルス信号を受信し、前記パルス信号の受信タイミングをクロックパルスのカウント値
5 に基づいて測定する受信部とを備える計時装置であって、前記発信部が、前記クロックパルスに対する発信タイミングを所定間隔でシフトさせながら前記パルス信号を発信させることを特徴とする計時装置。
2. パルス信号を繰り返し発信させる発信部と、前記パルス信号を受信し、前記パルス信号の受信タイミングをクロックパルスのカウント値
10 に基づいて測定する受信部とを備える計時装置であって、前記受信部が、受信タイミングを所定間隔でシフトさせることを特徴とする計時装置。
3. 前記所定間隔がクロックパルス周期よりも短い一定間隔であり、前記シフトの幅の最大値が前記クロックパルスの1周期以上であることを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項に記載の計時装置。
- 15 4. 前記受信部は、前記発信タイミング又は受信タイミングがシフトされる毎に得られる前記カウント値の度数分布に応じて、前記受信タイミングを計数することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の計時装置。
5. 前記受信部は、前記パルス信号を複数回シフトさせたときに得られる前記複数のカウント値を $T(1) \sim T(m)$ 、各カウント値の発生日数を
20 $N(1) \sim N(m)$ としたときに、前記パルス信号の受信タイミング t を、

$$t = [N(1) \times T(1) + N(2) \times T(2) + \dots + N(m) \times T(m)]$$

$$/ [N(1) + N(2) + \dots + N(m)]$$
(但し、 m 、 N は整数)
に基づいて求めることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の計時装置。
- 25 6. 前記発信部が、前記パルス信号としてパルス状のレーザ光を発信し、目的物に向かって照射する光源部を備え、前記受信部が、前記目的

物から反射された前記パルス状のレーザ光を受光する受光部を備え、前記受信部が、前記パルス状のレーザ光の受信タイミングを測定することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 5 項の何れか 1 項に記載の計時装置。

- 5 7. パルス信号を繰り返し発信させる手順と、前記パルス信号を受信し、前記パルス信号の受信タイミングをクロックパルスのカウント値に基づいて測定する手順と、前記クロックパルスに対する発信タイミング、又は受信タイミングを所定間隔でシフトさせながら前記パルス信号を発信させる手順とを含むことを特徴とする計時方法。
- 10 8. 請求の範囲第 6 項に記載の計時装置と、前記測定された受信タイミングと前記パルス状のレーザ光の光速度に基づいて前記目的物までの距離を演算する距離演算部とを備えることを特徴とする測距装置。

1/9

図 1

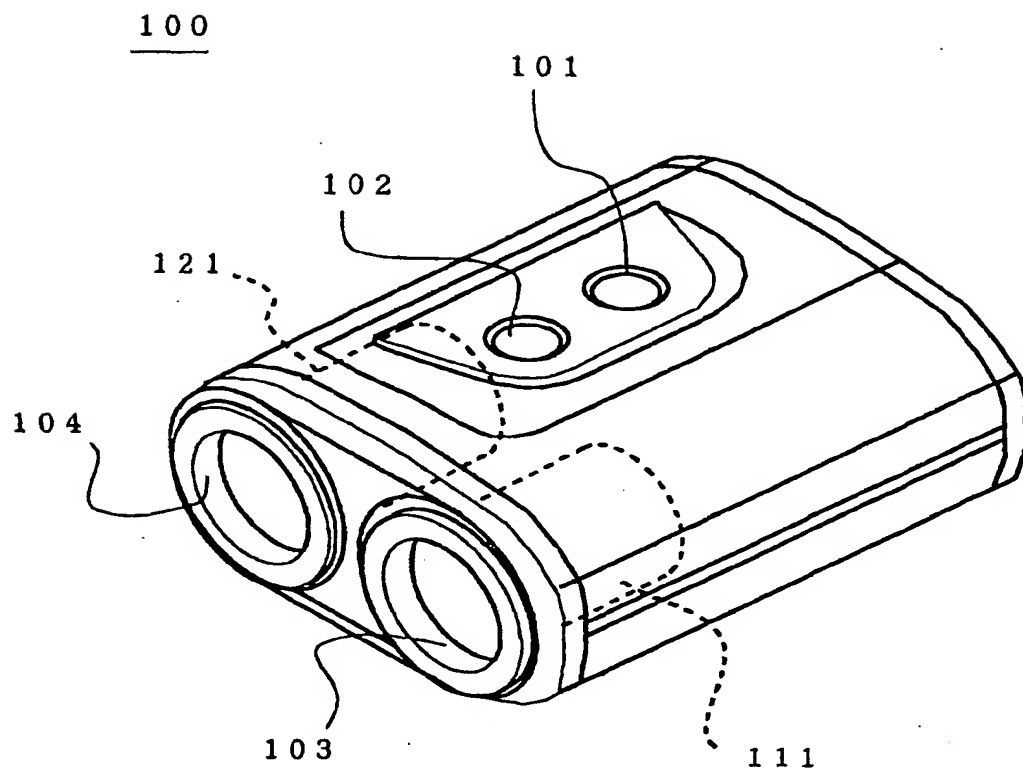


図 2

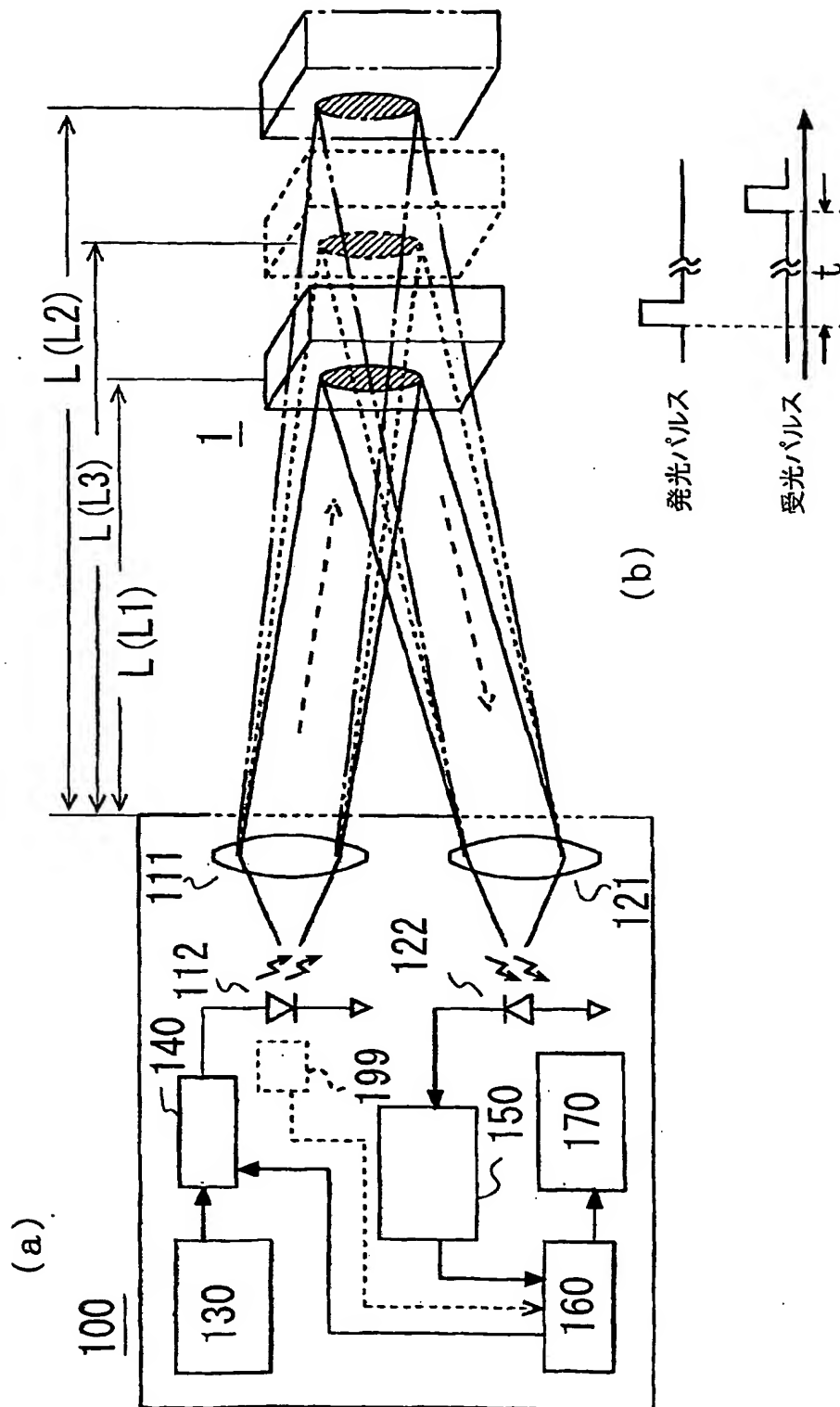


図 3

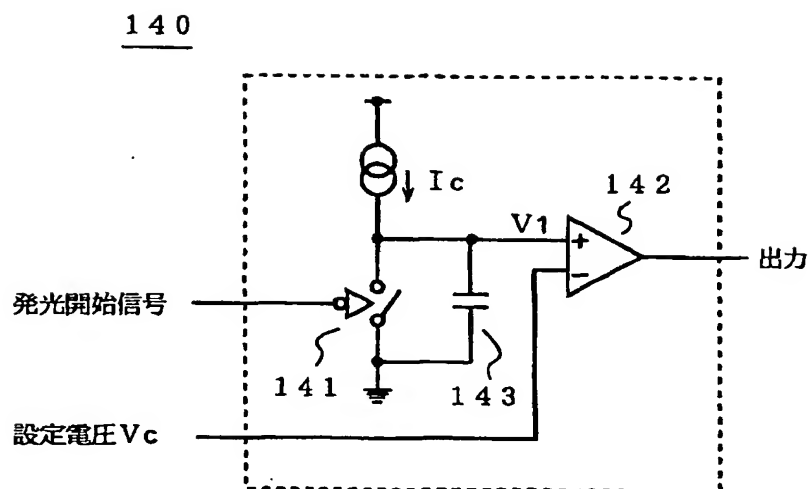
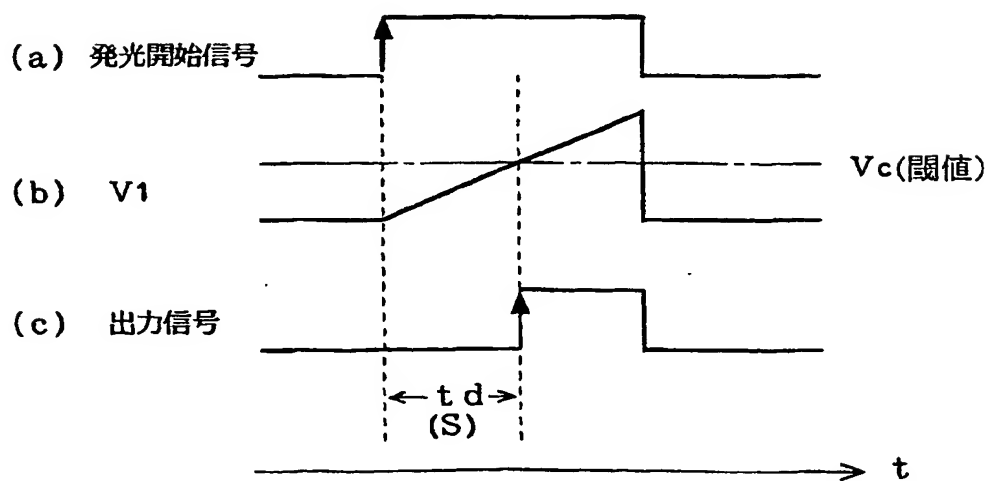


図 4



$$t_d = \frac{C}{I_c} \times V_c$$

図 5

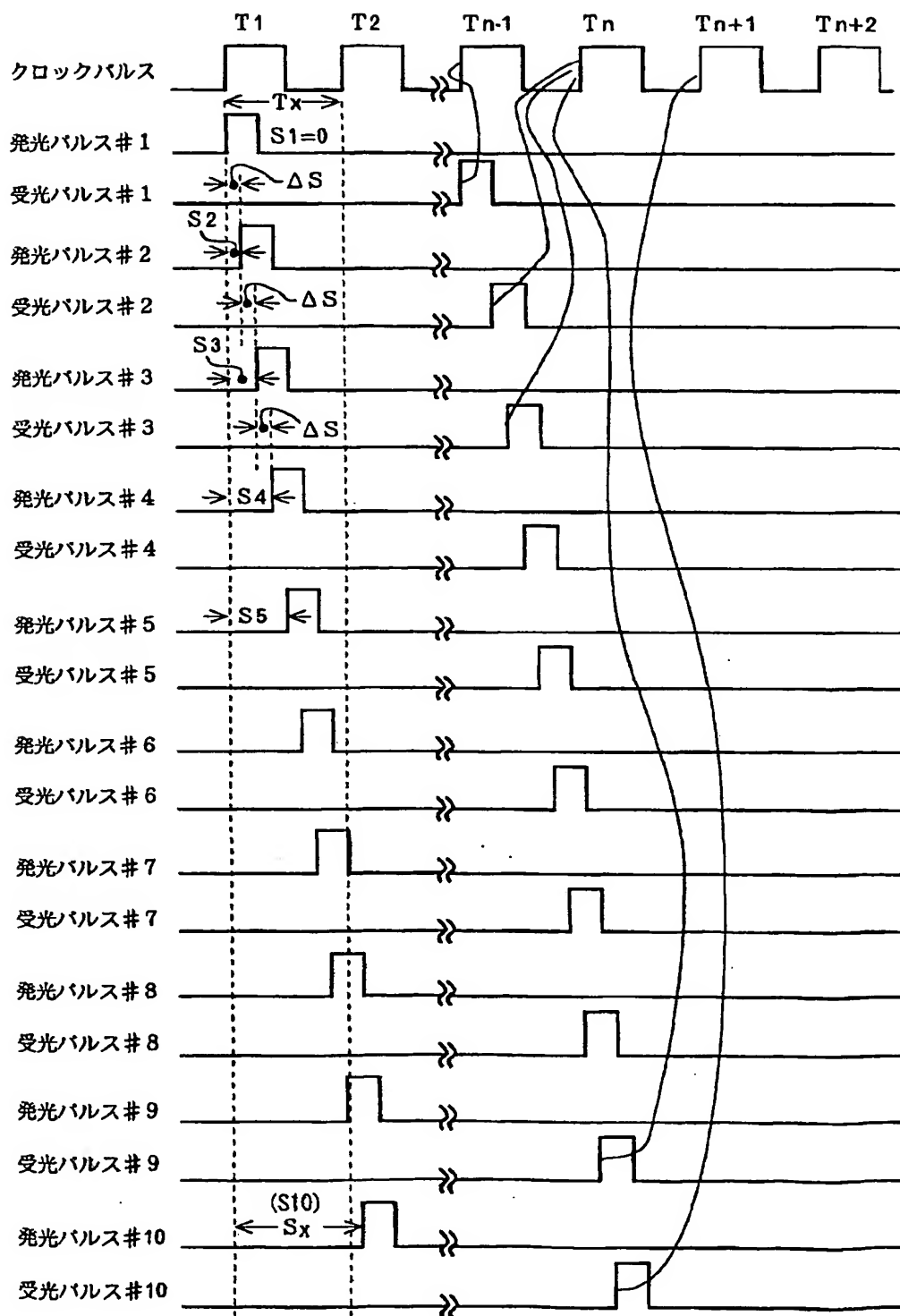


図 6

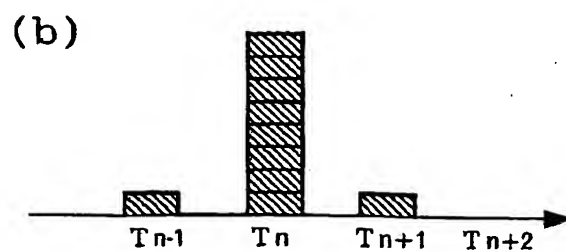
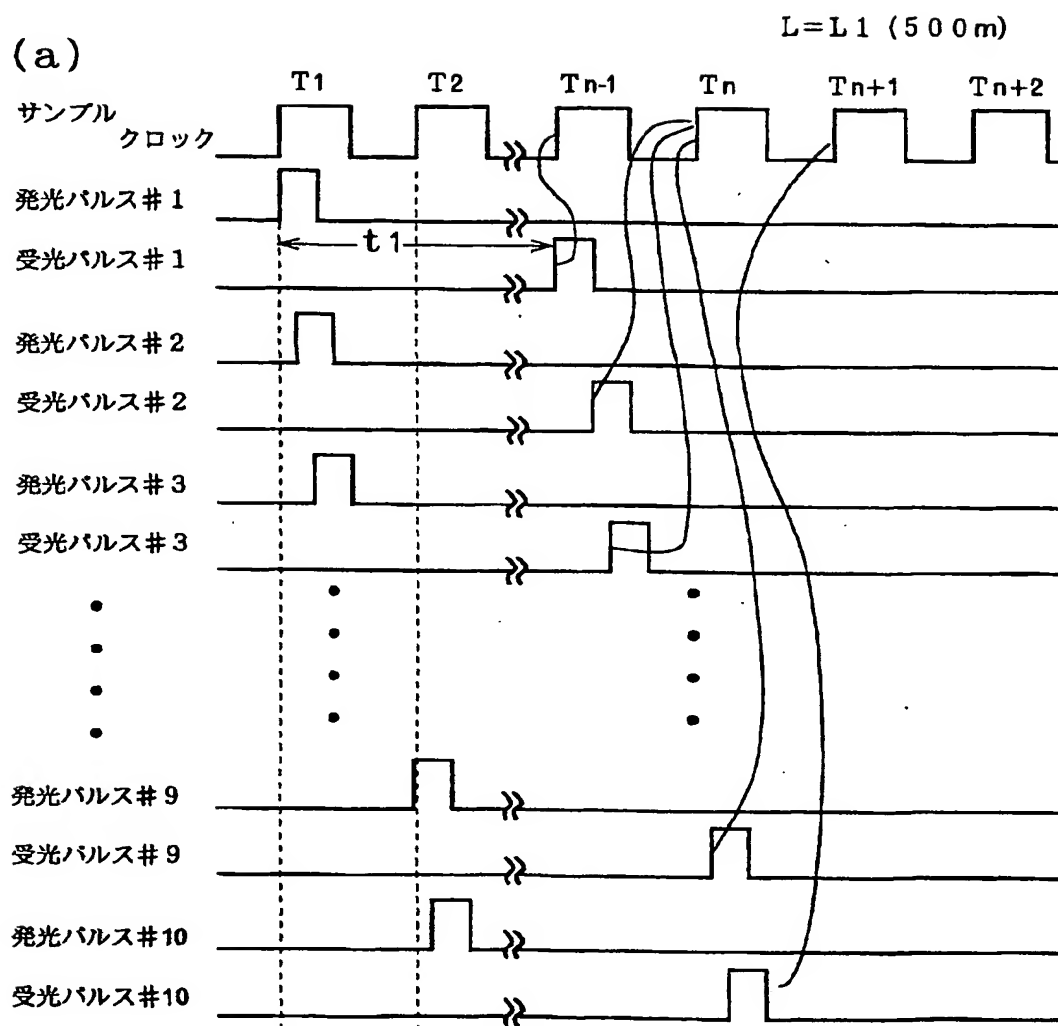


図 7

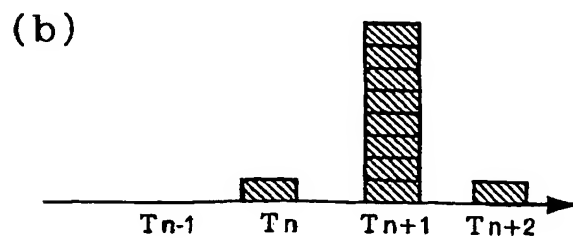
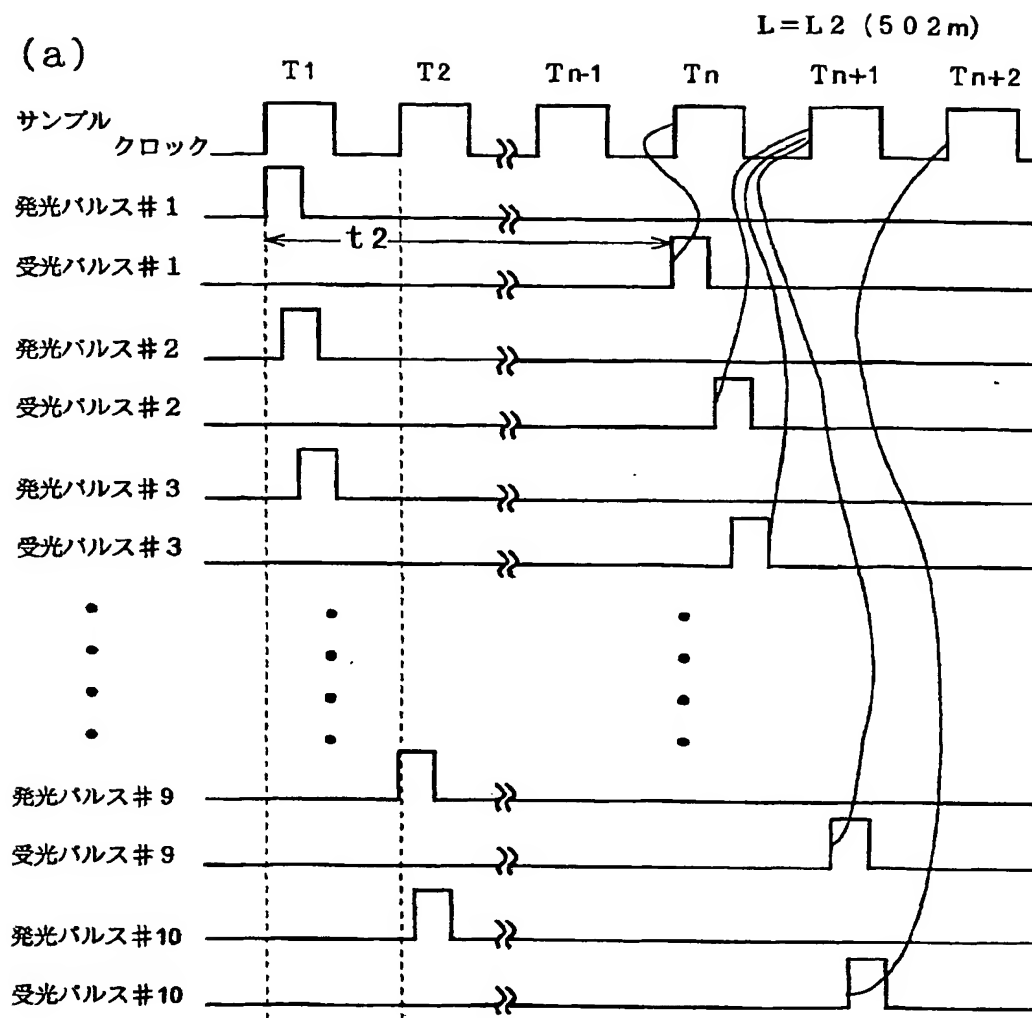
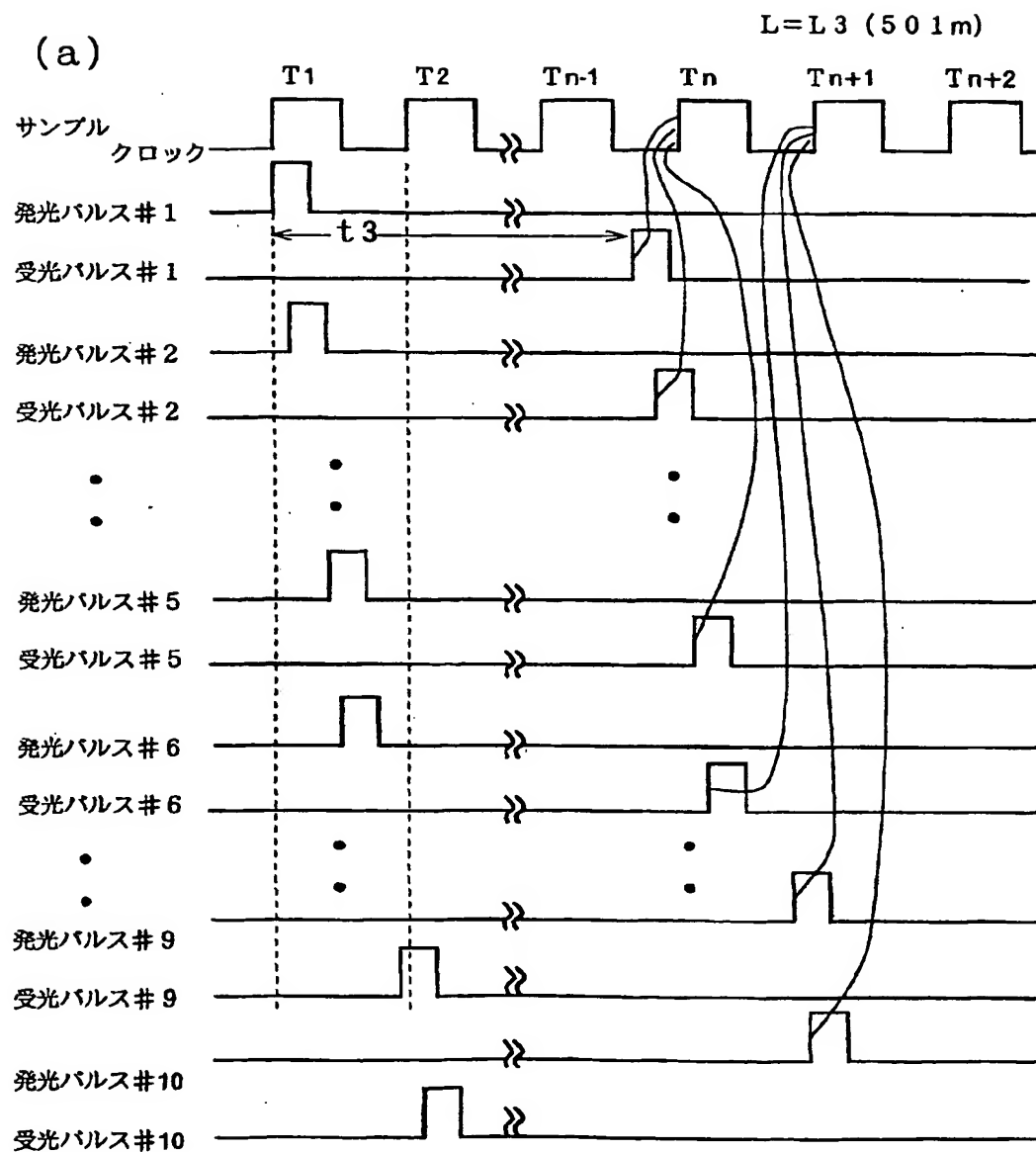


図 8



(b)

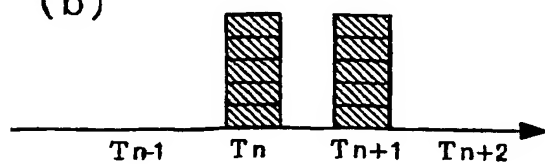


図 9

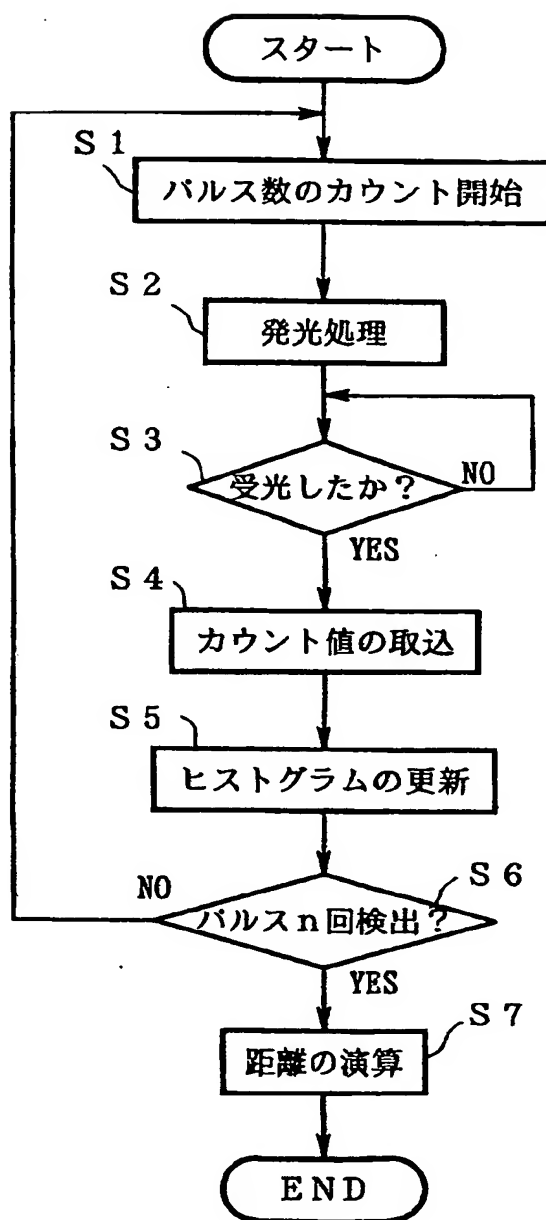
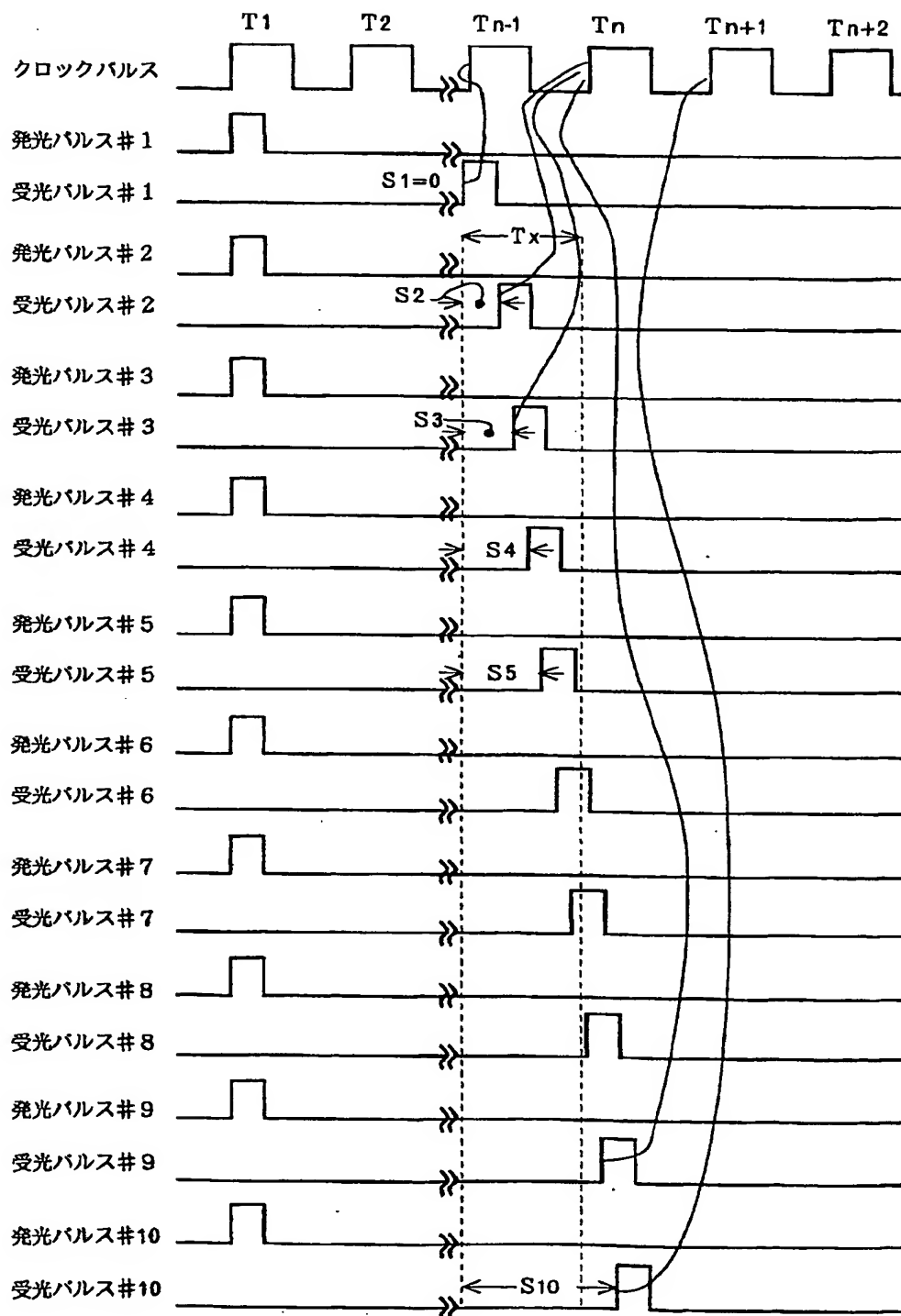


図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/10844

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ G01S17/10 | | |
|---|--|---|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ G01S7/00-7/51, G01S13/00-13/95, G01S17/00-17/95 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X A | JP 3-142397 A (NEC Corporation), 18 June, 1991 (18.06.1991), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3-8 2 |
| EX EA | JP 2001-124855 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 11 May, 2001 (11.05.2001), page 3, right column, line 6 to page 4, left column, line 13; Fig. 14 (Family: none) | 1, 3-8 2 |
| X A | EP 875772 A2 (Endress + Hauser GmbH + Co.), 04 November, 1998 (04.11.1998), Full text; all drawings & JP 10-319111 A | 2 1, 3-8 |
| X A | JP 9-127240 A (Koden Electronics Co., Ltd.), 16 May, 1997 (16.05.1997), Full text; all drawings (Family: none) | 2 1, 3-8 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family |
| Date of the actual completion of the international search 28 December, 2001 (28.12.01) | | Date of mailing of the international search report 15 January, 2002 (15.01.02) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷

G01S17/10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. ⁷

G01S7/00-7/51, G01S13/00-13/95, G01S17/00-17/95

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|--------------------|---|----------------------------|
| X A EX EA | JP 3-142397 A (日本電気株式会社) 18. 6月. 1 991 (18. 06. 91), 全文, 全図 (ファミリーなし) JP 2001-124855 A (松下電工株式会社) 11. 5 月. 2001 (11. 05. 01), 第3頁, 右欄, 第6行-第4 頁, 左欄, 第13行, 第14図 (ファミリーなし) | 1, 3-8 2 1, 3-8 2 |
| X A | EP 875772 A2 (Endress + Hauser GmbH + Co.) 4. 1 1月. 1998 (04. 11. 98), 全文, 全図 & JP 10 -319111 A | 2 1, 3-8 |
| X A | JP 9-127240 A (株式会社光電製作所) 16. 5月. 1997 (16. 05. 97), 全文, 全図 (ファミリーなし) | 2 1, 3-8 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 12. 01

国際調査報告の発送日

15.01.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

神谷 健一



2S 9705

電話番号 03-3581-1101 内線 3258